



② Offenlegungsschrift
② DE 101 12 316 A 1

② Int. Cl.⁷:
G 01 B 21/30
G 01 B 21/04
B 82 B 1/00
B 81 C 5/00

DE 101 12 316 A 1

② Aktenzeichen: 101 12 316.7
② Anmeldetag: 14. 3. 2001
② Offenlegungstag: 6. 12. 2001

② Unionspriorität:
00-070216 14. 03. 2000 JP

② Anmelder:
Mitutoyo Corp., Kawasaki, Kanagawa, JP

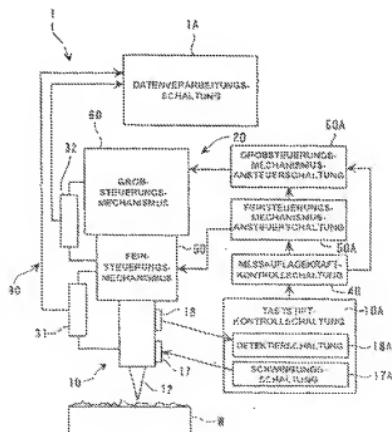
② Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwahnhäuser,
80538 München

② Erfinder:
Nishimura, Kunitoshi, Teukuba, Ibaraki, JP; Hidaka,
Kazuhiko, Tsukuba, Ibaraki, JP; Okamoto, Kiyokezu,
Teukuba, Ibaraki, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

④ Mikrostrukturmessenagerät

⑤ In einem Mikrostrukturmessenagerät (1) ist ein Feinsteuerungsmechanismus (50) und ein Grobsteuerungsmechanismus (60) jeweils zur feinen und zur größeren Austellung eines Teststiftes (12) vorgesehen, so dass die entsprechenden Mechanismen (50, 60) in kombinierter Weise betätigt werden, um in einfacher Weise die Bewegung des Teststiftes (12) in einem weiteren Bereich in kurzer Zeit zu steuern. Ferner ist ein ausgleichender beweglicher Bereich (52), der sich in einer Richtung entgegengesetzt zu einem antriebenden beweglichen Bereich (42) bewegt, an dem Feinsteuerungsmechanismen (50) vorgesehen. Da eine durch die Bewegung des antriebenden beweglichen Bereiches (52) verursachte Reaktionskraft durch eine weitere, durch die Bewegung des ausgleichenden beweglichen Bereiches (52) verursachte Reaktionskraft an einem festierten Bereich (5) aufgehoben wird, wird keine mechanische Beeinflussung zwischen den entsprechenden Mechanismen (50, 60) hervorgerufen, wodurch die Bewegung des Teststiftes (12) in genauer Weise steuerbar ist.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFindUNG

1. GEBIET DER ERFindUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mikrostrukturmeßgerät. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Mikrostrukturmeßgerät zur genauen Messung eines Oberflächenprofils von LSI- und anderen Halbleiterwafern und -gleichen.

2. BESCHREIBUNG DES STANDS DER TECHNIK

[0002] Konventionellerweise ist es bei genauem Messen eines Oberflächenprofils von LSI- und anderen Halbleiterwafern äußerst schwierig, eine Messauflagekraft, die zwischen einem Werkstück und einem sich mit der Oberfläche des Werkstückes in Kontakt befindlichen Taststift angelegt wird, unterhalb eines vorbestimmten Pegels zu halten. Dies röhrt daher, dass die Beschädigung des Werkstückes und des Taststiftes verhindert werden kann und das Oberflächenprofil des Werkstückes dennoch in genauer Weise durch die Bewegung des Taststiftes wiedergegeben werden kann, indem die Messauflagekraft unterhalb eines vorbestimmten Pegels gehalten wird. Um dieser Forderung nachzukommen, wird ein speziell gestalteter Messgerät, das mit einem Mechanismus zum Steuern der Messauflagekraft unterhalb eines vorbestimmten Pegels ausgestattet ist, bei der genauen Messung des Oberflächenprofils von Halbleiterwafern und -gleichen verwendet.

[0003] Die Annahme der vorliegenden Anmeldung hat ein Messgerät, das in der japanischen offengelegten Patentanmeldung mit der Nr. Hei 10-356187 offenbar ist, als ein konventionelles Beispiel eines derartigen Messgerätes vorgestellt. Gemäß Fig. 6 besitzt das Messgerät 100 einen dreibaren Arm 101, einen Taststiftmechanismus 103 um einen Taststift 102, der an einer unteren Oberfläche eines Endes des Arms 101 vorgesetzten ist, um ein Arbeitsteil zu kontaktieren, einen Messauflagekraftjustiermechanismus 104 zum Justieren einer Messauflagekraft, mit der der Taststift 102 beaufschlagt wird, einer Auslenkungssensor 105 zum feststellen der Position des Arms 101, und eine Messauflagekraftkontrolleleitung 106 zum Steuern des Messauflagekraftjustiermechanismus 104. Hierbei repräsentiert das Bezugszichen 101A einen Drehpunkt 101A des Arms 101 und 101B vorgesehen ist.

[0004] Die Anmelder hat ebenfalls einen Taststiftmechanismus, der in der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. Hei 11-272451 offenbar ist, als den Taststiftmechanismus 103 vorgeschlagen, der in dem Messgerät 100 verwendet ist.

[0005] Der Taststiftmechanismus 103 umfasst einen, an dem Arm 101 zu befestigenden Halter 103A, einen Taststift 102, der von dem Halter 103A gehalten wird und an seinem abgewandten Ende einen Kontaktbereich 102A aufweist, der das Werkstück kontaktiert, ein Schwingungselement, um den Taststift 102 in dessen aktiver Richtung zu resonante Schwingungen zu versetzen, und einen Sensor zum Erfassen einer Änderung der Resonanz, die verursacht wird, wenn der Kontaktbereich 102A das Werkstück berührt.

[0006] Das Messauflagekraftjustiermechanismus 104 ist aus einer magnetischen Substanz 104A, die auf einer oberen Seite des Arms 101 befestigt ist, und einem elektromagnetischen Stellelement mit einem Elektromagnet 104B, der direkt über der magnetischen Substanz 104A angeordnet ist, gebildet. Wenn der Elektromagnet 104B mit Strom versorgt

wird, wird eine abstoßende oder anziehende Kraft zwischen der magnetischen Substanz 104A und dem Elektromagnet 104B hervorgerufen, um den Arm 101 vertikal zu bewegen, so dass der an einem Ende des Arms 101 vorgemachte Taststift 102 vertikal ausgetragen wird. Die Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstückes und dem einen Ende des Arms 101 wird gesteuert, indem die Stromstärke des Elektromagneten 104B so gesteuert wird, dass sie zwischen dem Taststift 102 und dem Werkstück wirksame Messauflagekraft unterhalb eines vorbestimmten Pegels gehalten wird.

[0007] Während der Taststift 102 des Messgerätes 100 in Kontakt mit der Oberfläche des Werkstückes ist, wird der Taststift 102 beim Verlassen des Werkstückes entlang der Oberfläche bewegt. Wenn der Kontaktbereich 102A des

15 Taststift 102 die Oberfläche des Werkstückes berührt, ändert sich das Ausgangssignal aus dem Sensor in Übereinstimmung mit der Schwingungsänderung des Taststifts 102. Das Ausgangssignal wird von einer Detektorschaltung 107 erfasst. Die Messauflagekraftkontrolleleitung 106 steuert den Messauflagekraftjustiermechanismus 104 (die elektromagnetische Stellelement) auf der Grundlage von Informationen aus der Detektorschaltung 107, wodurch die zwischen dem Werkstück und dem Taststift 102 wirkende Messauflagekraft gesteuert wird.

[0008] Das Messgerät 100 steuert die Bewegung des Arms 101, d. h. die Bewegung des Kontaktbereichs 102A des Taststifts 102 mit einem einzelnen elektromagnetischen Stellelement (dem Messauflagekraftjustiermechanismus 104). Um den Kontaktbereich 102A so zu bewegen, dass dieser der Werkstückoberfläche folgt, während die Messauflagekraft mit einem vorbestimmten Pegel angelegt wird, muss der Kontaktbereich 102A entlang der Oberfläche des Werkstückoberflächen in einem Bereich in der Größenordnung von Nanometer bis Millimeter bewegt werden.

[0009] Hierbei ergibt sich jedoch eine Spritzung von der Größenordnung 10⁶ zwischen der Größenordnung von Nanometer und der Größenordnung von Millimeter. Wenn die Bewegung des Kontaktbereichs 102A durch das einzelne elektromagnetische Stellelement in dem obengenannten Bereich gesteuert wird, muss der Maximalwert auf 1000 V (d. h. die Steuerung für 1 m bei 1000 V) eingestellt werden, wenn angenommen wird, dass der Minimalwert des elektromagnetischen Stellelementes bei 1 mV liegt. Da die Steuerungswertebereich zu groß ist, ist die Steuerung der 45 Messauflagekraft schwierig.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFindUNG

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Mikrostrukturmeßgerät herzustellen, das in der Lage ist, in einfacher Weise und genau die Bewegung des Taststiftes von Nanometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung zu steuern, so dass der Taststift in genauer Weise den Werkstückoberfläche mit einer vorbestimmten Messauflagekraft folgt, wodurch die Beschädigung an dem Werkstück und dem Taststift reduziert und die Messgenauigkeit verbessert wird.

[0011] Die Erfinder haben in Betracht gezogen, zwei Mechanismen zu kombinieren, d. h. einen Feinsteuerungsmechanismus zum Auslenken des Taststiftes unterhalb eines Bereichs von der Nanometergrößenordnung bis zur Mikrometergrößenordnung, und einen Größensteuerungsmechanismus zum Auslenken des Taststiftes von einer Mikrometergrößenordnung bis zu einer Millimetergrößenordnung, um den Taststift innerhalb des Bereichs von der Nanometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung zu bewegen. Beispielsweise kann ein piezoelektrisches Element (PZT) als der Feinsteuerungsmechanismus verwendet werden.

den, und ein elektromagnetisches Schließen kann für den Großsteuerungsmechanismus verwendet werden, wobei beide durch Anwendung einer bekannten Technologie gebildet sein können. Die Kombination des bekannten Feinsteuerungsmechanismus und der Großsteuerungsmechanismus kann beispielsweise durchgeführt werden, indem der Taststift an einem beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus vorgezogen wird und indem ein fixierter Bereich des Feinsteuerungsmechanismus an einem beweglichen Bereich des Großsteuerungsmechanismus vorgezogen wird.

[0012] Wenn jedoch der Feinsteuerungsmechanismus und der Großsteuerungsmechanismus logisch konsolidiert werden, beauftragt die Reaktionskraft, die durch die Bewegung des beweglichen Teils des Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufen wird, den fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus, daran, dass auf dem beweglichen Bereich des Großsteuerungsmechanismus, der mit dem fixierten Bereich verbunden ist, eine Kraft ausgeübt wird. Anders ausgedrückt, es wird eine mechanische Übertragung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Großsteuerungsmechanismus hervorgerufen. Wenn diese mechanische Interferenz bzw. Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Großsteuerungsmechanismus hervorgerufen wird, wird der Taststift in komplizierter und unkonventioneller Weise ausgelenkt, so dass die Masseauflagekraft nicht durch eine genaue Steuerung der Taststiftbewegung gesteuert werden kann. Eine unkontrollierbare Masseauflagekraft, die auf den Taststift ausgeübt wird, hat eine Verschlechterung der Messgenauigkeit und möglicherweise eine Beschädigung des Werkstückes und des Taststifts zur Folge.

[0013] Um die mechanische Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Großsteuerungsmechanismus auszuschließen, kann die Masse des fixierten Bereiches des Feinsteuerungsmechanismus in ausreichender Weise größer angelegt werden als die Masse des beweglichen Bereiches, so dass die Reaktionskraft des beweglichen Bereiches durch den fixierten Bereich absorbiert wird, um die von dem Feinsteuerungsmechanismus auf dem Großsteuerungsmechanismus ausgeübte Kraft zu verhindern. Da die Masse des genannten Feinsteuerungsmechanismus vergrößert wird und die dem beweglichen Teil des Großsteuerungsmechanismus zuführende Masse des vorliegenden Feinsteuerungsmechanismus verringert ist, wird die Reaktionsvermögen des Großsteuerungsmechanismus verringert, so dass die Messgeschwindigkeit nicht erhöht werden kann.

[0014] Um die gegenseitige Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Großsteuerungsmechanismus ohne großen Aufzug der Masse des beweglichen Bereiches des Großsteuerungsmechanismus zu eliminieren, besitzt ein Mikrostrukturmessgerät genau der vorliegenden Erfüllung den folgenden Aufbau.

[0015] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfüllung umfasst ein Mikrostrukturmessgerät: einen Taststift zur Kontaktierung eines Werkstücks; einen Zustandsquantensensor zum Erfassen einer Quantität eines Zustandes, die sich ändert, wenn der Taststift mit dem Werkstück in Kontakt ist; einen Antriebemechanismus zur Relativbewegung des Taststifts und des Werkstückes in einer Höhenrichtung einer Oberfläche des Werkstückes; einen Auslenkungsanzeiger zum Erfassen einer relativen Bewegung des Taststifts und des Werkstückes durch den Antriebemechanismus, und eine Masseauflagekraftkontrollschaltung zum Juvenieren einer in dem Taststift angelegten Masseauflagekraft, wobei der Antriebemechanismus aufweist: einen fixierten Bereich, einen Feinsteuerungsmechanismus, der relativ zu dem fixierten Bereich aufstellbar ist und einen unmittelbar beweglichen Bereich zur leichten Auslenkung des Taststiftes umfasst des

Werkstückes aufweist; und einen Großsteuerungsmechanismus mit einem an dem fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus angebrachten beweglichen Bereich zur großen Auslenkung des Taststiftes und/oder des Werkstückes, wobei der Feinsteuerungsmechanismus einen ausgleichenden beweglichen Bereich aufweist, der ungefähr identisch zu dem unmittelbaren beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus aufgebaut ist, so dass dieser in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Bewegungsrichtung des unmittelbaren beweglichen Bereichs bewegbar ist. Die Masseauflagekraftkontrollschaltung begünstigt den Feinsteuerungsmechanismus und/oder den Großsteuerungsmechanismus auf der Grundlage eines Ausgangssignals aus dem Zustandsquantensensor, um die auf den Taststift wirkende Masseauflagekraft zu justieren.

[0016] Das Mikrostrukturmessgerät besitzt zwei Mechanismen, d. h. den Feinsteuerungsmechanismus zur feinen Auslenkung des Taststifts innerhalb eines Bereiches von beispielsweise Nanometergrößenordnung bis zur Mikrometergrößenordnung, und den Großsteuerungsmechanismus zur großen Auslenkung des Taststifts innerhalb eines Bereiches von Mikrometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung. Um den Taststift innerhalb eines Bereiches von Nanometer bis Mikrometer anzuheben, wird der Feinsteuerungsmechanismus betätigt. Um den Taststift innerhalb eines Bereiches von Mikrometern bis Millimetern anzuheben, wird der Großsteuerungsmechanismus betätigt. Durch Kombination der Betätigung des Feinsteuerungsmechanismus und des Großsteuerungsmechanismus kann die Bewegung des Taststifts in einfacher Weise innerhalb eines Bereiches von der Nanometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung in kurzer Zeit gesteuert werden.

[0017] Da der Feinsteuerungsmechanismus einen ausgleichenden beweglichen Bereich mit Hilfe der gleichen Struktur wie der unmittelbare bewegliche Bereich des Feinsteuerungsmechanismus, wobei diese in einer Richtung entgegengesetzt zur Antriebsrichtung des anstrebenden beweglichen Bereichs bewegt wird, aufweist, wird die Reaktionskraft auf den fixierten Bereich beim Betätigen des unmittelbaren beweglichen Bereiches an dem fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus durch die auf den fixierten Bereich wirkende Reaktionskraft aufgehoben, die durch Betätigen des ausgleichenden beweglichen Bereiches erzeugt wird. Eine Kraft entgegengesetzt zur Reaktionskraft, die durch Betätigen des anstrebenden beweglichen Bereiches erzeugt wird, kann ausgedrückt, die durch den unmittelbaren beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufene Reaktionskraft beeinflusst den beweglichen Bereich des Großsteuerungsmechanismus nicht. Da es keine mechanische Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Großsteuerungsmechanismus gibt, wird logisch der Taststift nicht komplizierter und unkontrollierbarer Weise ausgelenkt, wodurch die Bewegung des Taststifts mittels des Feinsteuerungsmechanismus und des Großsteuerungsmechanismus in genauer Weise gesteuert wird. Daher kann die auf dem Taststift wirkende Masseauflagekraft in genauer Weise gesteuert werden, um eine Duschenbildung an dem Werkstück und dem Taststift zu reduzieren und gleichzeitig die Messgenauigkeit zu verbessern.

[0018] In den obigen Ausführungsform kann der Taststift vorzugsweise in resonanter Weise in einer axialen Richtung schwingen, und der Zustandsquantensensor kann vorzugsweise die Schwingung des Taststifts erfassen.

[0019] Da im Allgemeinen die Biegeschwingsfrequenz in der axialen Richtung geringer ist als die Eigenfrequenz in der axialen Richtung, besitzt der in der axialen Richtung schwingende Taststift eine größere Empfindlichkeit als ein Taststift mit einer Biegeschwingsung in der axialen Rich-

tung. Folglich kann eine auf den Taststift ausgetriebene Messauflagekraft primär gesteuert werden, indem die Schwingung als eine Zustandsquantität des sehr sensibel reagierenden Taststiftes mit dem Detektor erfasst wird, wobei sich die Schwingung ändert, wenn sich der Taststift das Werkstück befindet, so dass der Feinsteuerungsmechanismus und der Grobsteuerungsmechanismus auf der Grundlage der Information aus dem Detektor benötigt werden. Gegenüber dem offigen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Bewegungsrichtung der Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus vorzugsweise entlang einer axialen Richtung des Taststiftes.

[0020] Da die Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus entlang der axialen Richtung des Taststiftes liegen, kann folglich der Taststift so bewegen werden, dass die axiale Richtung des Taststiftes entlang der Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes liegt. Anders ausgedrückt, da der Taststift fest gegen die Oberfläche des Werkstückes entlang dessen axiale Richtung gedrückt werden kann, kann die Änderung in der Schwingung des Taststiftes, der in resonanter Weise entlang der axialen Richtung schwingt, genauer nutzbar des Detektors erfasst werden. In dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Taststift vorzugsweise in der Längsrichtung näherungswise orthogonal zu einer Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus sein und der Grobsteuerungsmechanismus kann vorzugsweise an den Feinsteuerungsmechanismus mittels eines elastischen Hebels, der in einer Richtung entlang der Bewegungsrichtung elastisch verformbar ist, vorgewechseln sein, wobei der Zustandsquantitätsmechanismus eine elastische Verformung des elastischen Hebels induziert.

[0021] Folglich vorworf sich der elastische Hebel in elastischer Weise nutzbar der an den Taststift angelegten Messauflagekraft. Die Messauflagekraft kann gesteuert werden, unter der Feinsteuerungsmechanismus und der Grobsteuerungsmechanismus auf der Grundlage der elastischen Verformung des elastischen Hebels benötigt werden.

[0022] In dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Feinsteuerungsmechanismus vorzugsweise ein Hochgeschwindigkeits-Heimsenkungsfestkörpermechanismus, etwa ein piezoelektrisches Element oder einen Magnetostruktur umfassen.

[0023] Durch Schleifung dünner Platten aus PZT (Blitzirkonitantal), das einen elektrokinetischen Effekt zeigt, um das piezoelektrische Element zu bilden, kann der elektrisch steuerbare Feinsteuerungsmechanismus in störfreier Weise gebildet werden. Das Hochgeschwindigkeits-Heimsenkungsfestkörpermechanismus kann ein Magnetostruktur oder eine Pionierinnerungslegierung sowie das piezoelektrische Element, etwa ein PZT, sein.

[0024] In dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Grobsteuerungsmechanismus vorzugsweise umfassen einen fixierten Bereich; einen beweglichen Bereich, der in einer Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes relativ zu dem fixierten Bereich bewegbar ist; und ein paralleles Paar Arme, die in einer Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes befestigt sind, wobei das Annapa an einem Ende drehbar an dem fixierten Bereich befestigt ist und mit dem anderen Ende drehbar an dem beweglichen Bereich befestigt ist.

[0025] Da der bewegliche Bereich an dem parallelen Annapa relativ zu dem fixierten Bereich vertikal befestigt ist, kann der bewegliche Bereich ohne Änderung seiner Stellung zur Orientierung vertikal bewegt werden. Wenn daher der Taststift an dem beweglichen Bereich vorgespannt ist, kann der Taststift ohne Änderung der Orientierung des Taststiftes bewegt werden.

[0026] Da ferner der Arm an dem fixierten Bereich und dem beweglichen Bereich durch das elastische Schenkel eine hohe Notwendigkeit für ein Schenkel vorgesehen ist, kann der Grobsteuerungsmechanismus schenkel gebaut werden und ist dann effizient zur Messung des Oberflächenprofils eines Halbleiterwafers und dergleichen verwendbar.

[0027] Da ferner die Drehbewegung des Armes nutzbar des elastischen Schenkels eine geringere Reibung als eine Drehbewegung des Armes unter Verwendung eines Rollen und dergleichen aufweist, kann der bewegliche Bereich in genauer Weise parallel ohne Spiel gesteuert werden.

[0028] Gegen einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Grobsteuerungsmechanismus vorzugsweise ein Luftpflug oder eine elastische Federplatte umfassen.

[0029] Da der Grobsteuerungsmechanismus ein Luftpflug oder eine elastische Federplatte ohne Notwendigkeit für ein Schenkel verwendet, kann der Grobsteuerungsmechanismus schenkel gebaut werden, wodurch dieser für die Messung des Oberflächenprofils von Halbleiterwafers und dergleichen geeignet ist.

[0030] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Auslenkungssensor vorzugsweise einen ersten Auslenkungssensor zum Erfassen einer durch den Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufenen relativen Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück und einen zweiten Auslenkungssensor zum Erfassen einer durch den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen relativen Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück umfassen.

[0031] Da das Mikrostrukturmechanismus den ersten Auslenkungssensor zum Erfassen der durch den Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Bewegung der Taststift und den zweiten Auslenkungssensor zum Erfassen der durch den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes umfasst, können die durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Auslenkungen unabhängig voneinander erfasst werden, wodurch die unabhängige Steuerung des Feinsteuerungsmechanismus und das Grobsteuerungsmechanismus erleichtert wird.

[0032] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Auslenkungssensor vorzugsweise eine durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus bewirkte relative Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück erfassen.

[0033] Da der Auslenkungssensor zum Detektieren der durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes aus einer einzelnen Komponente aufgebaut ist, können die Kosten reduziert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0034] Fig. 1 ist eine allgemeine Blockdarstellung, die ein Mikrostrukturmechanismus gemäß der ersten Erfindungsgemäß Ausführungform zeigt;

[0035] Fig. 2 ist eine vergrößerte perspektivische Ansicht, die einen Taststiftmechanismus der zuvor genannten Ausführungskarte zeigt;

[0036] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die einen Hauptbereich eines Mikrostrukturmechanismus gemäß der zweiten Ausführungskarte der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0037] Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht, die eine

Modifikation der vorliegenden Erfindung darstellt; und [0038] Fig. 6 ist eine allgemeine Blockansicht, die ein konventionelles Messgerät zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM BZW. AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0039] In Folgenden werden jeweilige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug zu den beigelegten Zeichnungen beschrieben.

Eine Ausführungsform

[0040] Fig. 1 ist eine allgemeine Blockdarstellung, die ein Mikrostrukturkennensignal gemäß der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt.

[0041] Das Messgerät 1 umfasst einen Taststiftmechanismus 10 mit einem Taststift 12 zur Kontaktierung eines Werkstückes W, einen Antriebsmechanismus 20 zum versetzen (in der Höherichtung der Oberfläche des Werkstückes W) Bewegen des Taststiftes 12, einen Auslenkungssensor 25 zum Detektieren der durch den Antriebsmechanismus 20 hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes 12, und eine Messanlagegekraftrichtung 40 zum Justieren einer auf dem Taststift 12 angebrügten Messanlagekraft.

[0042] Der Taststiftmechanismus 10 umfasst, wie in Fig. 2 gezeigt ist, einen ungelöbten C-förmigen Halter 11, einen Taststift 12 auf einem an dem distalen Ende vorgesetzten Kontaktbereich 12A zur Kontaktierung des Werkstückes W, wobei der Taststift 12 von dem Halter 11 mit einem abgewandten Ende, das auf einer Öffnung hervorragt, gehalten ist, vier Verbindungsgeleme 13, 14, 15 und 16 zum Verbinden des Halters 11 und des Taststiftes 12, ein Schwingungselement 17, um den Taststift 12 in seiner axialen Richtung in reibungsloser Weise in Schwingung zu versetzen, und einen Detektor 18 als einen Zustandsquantitätssektor zum Erfassen einer Änderung in der Resonanz, wenn der Kontaktbereich 12A des Taststiftes 12 das Werkstück W berührt.

[0043] Der Taststift 12 ist als eine Stütze geformt, wobei der Mittelbereich 12B des Taststiftes 12 ungefähr in axialer Richtung in der Mitte des Taststiftes 12 und auf der Achse liegt. Anders ausgedrückt, der Taststift 12 ist ungefähr symmetrisch hinsichtlich seiner axialen Richtung.

[0044] Die Verbindungsgeleme 13, 14, 15 und 16 des Taststiftes 12 sind mit entsprechenden Verbindungsberüchen 13A, 14A, 15A und 16A verbunden, wobei ein Abstand von dem Verbindungsberüchen 13A und 14A zum Taststiftmechanismus gleich ist als der Abstand von den Verbindungsberüchen 15A und 16A zum Taststiftmechanismus. Anders ausgedrückt, die Verbindungsberüche 13A und 14A sind die Verbindungsberüche 15A und 16A sind jeweils axial symmetrisch von dem Mittelbereich 12B des Taststiftes 12 vorgesehen. Ferner sind die Verbindungsberüche 13A und der Verbindungsberüche 14A jeweils symmetrisch relativ zu der Achse des Taststiftes 12. In ähnlicher Weise sind der Verbindungsberüche 15A und der Verbindungsberüche 16A jeweils axial symmetrisch relativ zu der Achse des Taststiftes 12. In anderen Worten, die Verbindungsberüche 13A, 14A, 15A und 16A sind symmetrisch relativ zu dem Mittelbereich des Taststiftes und sind axial symmetrisch relativ zur Achse des Taststiftes.

[0045] Das Schwingungselement 17 und der Detektor 18 sind in einem integrierten piezoelektrischen Element 19 ausgebildet, das an der Vorderseite und Rückseite des Taststiftes 12 vorgeschen ist, um sich über die Verbindungsberüche 13A, 14A, 15A und 16A zu orientieren. Obwohl dies nicht gezeigt ist, sind eine schwingende Elektrode und eine detek-

tierende Elektrode an der Oberfläche des piezoelektrischen Elementes 19 ausgebildet. Das Schwingungselement 17 und der Detektor 18 sind jeweils so ausgebildet, dass die schwingende Elektrode mit einem Anschlussdraht zum Zuführen einer oszillierenden Spannung und die detektierende Elektrode mit einem Anschlussdraht zum Zuführen einer Detektionsspannung ausgestattet sind.

[0046] Wieder mit Bezug zu Fig. 1, wenn ein vorbestimmtes Signal von der Schwingungseinstellung 17A einer Taststiftkontrollschiung 10A zu dem Schwingungselement 17 gesendet wird, schwingt der Taststift 12 in seiner axialen Richtung in resonanter Weise. Die Resonanz ändert sich, wenn der Kontaktbereich 12A des Taststiftes 12 das Werkstück W berührt. Die Änderung wird von dem Detektor 18 erfasst, so dass ein detektiertes Signal zu der Messanlagegekraftrichtung 40 über die Detekterschaltung 18A der Taststiftkontrollschiung 10A übermittelt wird.

[0047] Wie in den Fig. 1 und 3 gezeigt ist, besteht der Antriebsmechanismus 20 aus einem Feinsteuerungsmechanismus 50 zur feinen Auslenkung des Taststiftes 12 innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Nanometer zur Größenordnung Mikrometer, und besitzt einen Grobsteuerungsmechanismus 60 zur größeren Auslenkung des Taststiftes 12 in den Größenordnungen von Mikrometer bis Millimeter.

[0048] Der Feinsteuerungsmechanismus 50 umfasst einen fixierten Bereich 51, der an dem unten beschriebenen beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus befestigt ist, einen antreibenden beweglichen Bereich 52, der an einer unteren Seite des fixierten Bereiches 51 vorgesetzten ist, und einen ausgleichenden beweglichen Bereich 53, der an einer oberen Seite des fixierten Bereiches 51 vorgesetzten ist. Der antreibende bewegliche Bereich 52 und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 bewegen sich gegenseitig relativ zu dem als einem Basispunkt turingenden fixierten Bereich 51. Der Taststift 12 ist an einer unteren Seite des antreibenden beweglichen Bereiches 52 mittig des Halters 11 vorgesetzten. Die axiale Richtung des Taststiftes 12 erstreckt sich entlang einer Höhenrichtung des Werkstückes W (d. h. der Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60). Ein Ausgleichselement 53A ist an einer oberen Seite des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 bei Bedarf vorgesetzt.

[0049] Der antreibende bewegliche Bereich 52 und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 sind jeweils so angebildet, dass dünne Platten eines piezoelektrischen Bauteiles (PZT) geschichtet sind und ungefähr die gleiche Struktur aufweisen. Wenn Spannungen mit annähernd der gleichen Signalform an den auf diese Weise aufgebaute antreibenden beweglichen Bereich 52 und den ausgleichenden beweglichen Bereich 53 angelegt werden, dehnen sich beide piezoelektrische Elemente gleichzeitig aus oder ziehen sich gleichzeitig zusammen. Da sich der antreibende bewegliche Bereich 52 und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt annehmen und zusammenziehen, dehnen sich, wenn eine vorbestimmte Spannung zur Dehnung der piezoelektrischen Elemente angelegt wird, der antreibende bewegliche Bereich 52 relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt nach unten und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 zieht sich relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt nach unten zusammen.

[0050] Folglich wird die Reaktionskraft auf den fixierten

Bereich 51 beim Betätigen des antriebenden beweglichen Bereiches 52 an dem fixierten Bereich 51 des Feinsteuerungsmechanismus 50 durch die an den fixierten Bereich 51 angelegte Reaktionskraft aufgehoben, die durch Betätigen des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 (eine Kraft entgegengesetzt zur Reaktionskraft), die durch Betätigen des antriebenden beweglichen Bereiches 52 hervorgerufen wird) erzeugt wird. Anders ausgedrückt, die durch den antriebenden beweglichen Bereich 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 hervergerufene Reaktionskraft beeinflusst den beweglichen Bereich 62 den Grobsteuerungsmechanismus 60 nicht. Ferner ist die Masse des Ausgleichselenchens 53A des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 so gemanagt, dass die entsprechenden Reaktionskräfte des antriebenden beweglichen Bereiches 52 und des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 gleich sind.

[0051] Der Grobsteuerungsmechanismus 60 umfasst einen fixierten Bereich 61, der an einer Basis (nicht gezeigt) befestigt ist, den beweglichen Bereich 62, der vertikal (in Höhendifferenzierung der Oberfläche des Werkstückes W) relativ zu dem fixierten Bereich 61 durch eine parallele Verbindung bewegbar ist, nur ein Antriebsmittel 63 zum vertikalen Bewegen des beweglichen Bereiches 62.

[0052] Das Antriebsmittel 63 umfasst ein Paar Arme 63A, deren beiden Ende drehbar an dem fixierten Bereich 61 und dem beweglichen Bereich 62 befestigt sind, wobei die Arme vertikal befestigt und parallel angeordnet sind, ein elastischer Schalter 63B zum drehbaren Halten des Endes der Arme 63A relativ zu dem fixierten Bereich 61 und dem beweglichen Bereich 62, und einen Antriebsmotor 63C mit einer Ausgangswelle, die auf dem elastischen Schalter 63B zum Drehen des Armes 63A verbunden ist. Die Arme 63A sind jeweils an beiden Seiten des fixierten Bereiches 61 und des beweglichen Bereiches 62 vorgesehen.

[0053] Der Auslenkungssensor 30 umfasst einen ersten Auslenkungssensor 31 zum Erfassen einer durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 bewirkten Bewegung des Taststifts 12, und einen zweiten Auslenkungssensor 32 zum Erfassen einer durch den Grobsteuerungsmechanismus 60 bewirkten Bewegung des Taststifts 12.

[0054] Der erste Auslenkungssensor 31 umfasst eine bewegliche Elektrode 31A, die an einer unteren Seite des antriebenden beweglichen Bereiches 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 vorgesehen ist, und eine fixierte Elektrode 31B gegenüber der beweglichen Elektrode 31A und von dieser vertikal befestigt. Die fixierte Elektrode 31B ist ringförmig ausgeholtet, wobei ein Teil davon an dem beweglichen Bereich des Grobsteuerungsmechanismus 60 befestigt ist, und in der antriebende bewegliche Bereich 52 in vertikal beweglicher Weise eingeführt ist.

[0055] Wenn sich der antriebende bewegliche Bereich 52 ausdehnt und zusammenzieht, wird die an der unteren Seite des antriebenden beweglichen Bereiches 52 vorgesehene bewegliche Elektrode 31A vertikal ausgedehnt, so dass sich der Abstand zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B ändert. Wenn sich der Abstand zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B ändert, ändert sich die elektrische Kapazität zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B, so dass der Abstand zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B, d. h. die Bewegung des unteren Endes des antriebenden beweglichen Bereiches 52, durch Detektieren der elektrostatischen Kapazität erfasst werden kann.

[0056] Der zweite Auslenkungssensor 32 detektiert eine Ansteigung des beweglichen Bereiches 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60, um das Ergebnis an die Datenverar-

beitungsschaltung auszugeben. Der spezielle Aufbau des zweiten Auslenkungssensors 32, der durch einen Indikator und dergleichen gebildet sein kann, ist nicht eingeschränkt. [0057] Die Summe der jeweiligen Auslenkungen des Taststifts 12, die von dem ersten Auslenkungssensor 31 und dem zweiten Auslenkungssensor 32 detektiert werden, ergibt die gesamte Auslenkung des Taststifts 12 durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 60.

[0058] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, steuert die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 das Betätigen des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 mithilfe einer Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 50A und einer Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 60A nach Empfang des von einer Detektierschaltung 18A der Taststiftkontrollschiung 10A übermittelten elektrischen Signals. Die Detektierschaltung 18A gibt die Änderung in der Resonanz, die von dem Detektor 18 erfasst wird, als ein Signal um entsprechendes Amplitudenumänderung 39 an. Die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 berechnet eine Differenz zwischen einem vorbestimmten Signalwert entsprechend der Messauflagekraftkontrollschiung 40 und dem Ausgangssignal aus der Detektierschaltung 18A, der zu der Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 50A und der Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 60A zusammen mit bedarfsweise berechneten differenziellen Wert und integralem Wert übermittelt wird.

[0059] Wenn die tatsächlich auf den Taststift 12 angelegte Messauflagekraft größer als der vorbestimmte Wert wird, überträgt die Messauflagekraftkontrollschiung 40 ein Signal an die Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 50A und die Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 60A, um das untere Ende des antriebenden beweglichen Bereiches 52 von dem Werkstück W wegzuheben. Wenn andererseits die tatsächlich auf den Taststift 12 wirkende Messauflagekraft kleiner als der vorbestimmte Wert wird, sendet die Messauflagekraftkontrollschiung 40 ein Signal an die Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 50A und die Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 60A ein Signal, so dass das untere Ende des antriebenden beweglichen Bereiches 52 in Richtung auf das Werkstück W bewegt wird, um den Taststift 12 gegen das Werkstück W zu drücken.

[0060] In dem Mikrostrukturumnessergerät 1 wird der Taststift 12 nii der Oberfläche des Werkstückes W entsprechend einer vorbestimmten Messauflagekraft in Kontakt gebracht und der Taststift 12 wird zum Messen entlang der Oberfläche bewegt.

[0061] Während der Taststift 12 in resonanter Weise in der axialen Richtung in Schwingung versetzt wird und der Kontaktbereich 12A des Taststiftes 12 in Kontakt nii der Oberfläche des Werkstückes W bleibt, werden der Taststift 12 und das Werkstück W in der horizontalen Richtung (in einer Richtung senkrecht zur Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes W) relativ zueinander bewegt. Sofern ändert sich der Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstückes W und dem unteren Ende des antriebenden beweglichen Bereiches 52 aufgrund von Irregularitäten der Oberfläche des Werkstückes W, so dass die zwischen dem Werkstück W und dem Taststift 12 wirkende Messauflagekraft sich ändert. Die Änderung der Messauflagekraft bewirkt die Änderung in der Amplitude des Taststiftes 12, die von dem Detektor 18 erfasst wird, so dass das hierdurch hervorgerufene Signal über die Detektierschaltung 18A zu der Messauflagekraftkontrollschiung 40 übertragen wird. Die Messauflagekraftkontrollschiung 40 führt auf der Grundlage der Information aus der Detektierschaltung 18A Berechnungen

aus. Das Berechnungsergebnis wird an die Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 50A und die Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerungsschaltung 60A übertragen, um den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 60 mittels der jeweiligen Ansteuerungsschaltungen 50A und 60A anzu treiben. Folglich kann der Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstückes W und dem unteren Ende des antriebenden beweglichen Bereiches 52 auf der Grundlage der Änderung der Amplitude des Taststifts 12 justiert werden, wodurch die Messauflagekraft, die zwischen dem Werkstück W und dem Kontaktbereich 12A wirkt, auf einem vorbestimmten Wert gehalten wird. [0062] Andererseits wird die Bewegung des Taststiftes 12 durch den ersten Ausdeukungssensor 31 und den zweiten Ausdeukungssensor 32 detektiert, so daß die Querschwingung des Werkstückes W mittels der Datenverarbeitungsschaltung 1A auf der Grundlage dieser Informationen berechnet wird.

[0063] Gemäß der oben beschriebenen vorliegenden Ausführungsform können die vorliegenden Wirkungen erhalten werden.

[0064] (1) Das Mikrostrukturmessgerät 1 umfaßt zwei Mechanismen, den Feinsteuerungsmechanismus 50 zur reinen Ansteuerung des Taststiftes 12 innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Nanometer bis Mikrometer, und den Grobsteuerungsmechanismus 60 zur großen Ausdeutung des Taststiftes innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Mikrometer bis Millimeter. Um den Taststift 12 innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Nanometer bis Mikrometer anzu treiben, wird der Feinsteuerungsmechanismus 50 betätigt. Um den Taststift 12 innerhalb eines Bereiches der Größenordnung von Mikrometer bis Millimeter anzu treiben, wird die Grobsteuerungswechselmechanismus 60 betätigt. Durch Kombinieren des Betätigens des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 kann die Bewegung des Taststiftes 12 in einfacher Weise innerhalb eines Bereiches der Größenordnung von Nanometer bis Millimeter in kurzer Zeit gesteuert werden.

[0065] (2) Ferner der Feinsteuerungsmechanismus 50 ebenso ausgliederten beweglichen Bereich 53 mit angegliedertem gleichen Aufbau wie der antriebende bewegliche Bereich 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 aufweist, der in einer Richtung entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des antriebenden beweglichen Bereiches 52 bewegt wird, wird die Reaktionskraft auf den fixierten Bereich 51 beim Betätigen des antriebenden beweglichen Bereiches 52 an dem horizonten Bereich 51 des Feinsteuerungsmechanismus 50 durch die auf den fixierten Bereich 51 angelegte Reaktionskraft, die durch Beüben des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 erzeugt wird (eine Kraft entgegengesetzt zur Reaktionskraft), die durch Beüben des antriebenden beweglichen Bereiches 52 verursacht wird) aufgehoben. Anderer ausgedrückt, die Reaktionskraft durch den antriebenden beweglichen Bereich 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 beeinflusst den beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60 nicht. Da es keinen gegenseitigen nachteiligen Einfluss zwischen den Feinsteuerungsmechanismus 50 und dem Grobsteuerungsmechanismus 60 gibt, wird folglich der Taststift 12 nicht in komplizierter und unkontrollierbarer Weise ausgelenkt, so daß die Bewegung des Taststiftes 12 mittels des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 in genauer Weise steuernbar ist. Daher kann die Messauflagekraft, mit der der Taststift 12 beaufschlagt wird, in genauer Weise ge steuert werden, um eine Beschädigung des Werkstückes W und des Taststiftes 12 zu verringern, wobei gleichzeitig die Messgenauigkeit verbessert wird.

[0066] (2) Da die Biegegegenfrequenz in der axialen Rich-

tung geringer ist als die Eigenfrequenz in der axialen Richtung, hat im Allgemeinen der Taststift 12, der in der axialen Richtung schwingt, ein besseres Antwortverhalten als ein Taststift mit einer Biegeschwingung in der axialen Richtung. Folglich kann die Messauflagekraft, mit der der Taststift 12 beaufschlagt wird, genauer gesteuert werden, indem die Schwingung als eine Zustandskontrolle des hochempfindlichen Taststiftes 12 mit dem Detektor 18 erfaßt wird, wobei sich die Schwingung ändert, wenn der Taststift 12 das Werkstück W berührt, so daß der Feinsteuerungsmechanismus 50 und der Grobsteuerungsmechanismus 60 aus der Grundlage der Information aus dem Detektor 18 betätig werden.

[0067] (3) Da die Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 entlang der axialen Richtung des Taststiftes 12 liegen, kann der Taststift 12 bewegt werden, wobei die axiale Richtung des Taststiftes 12 entlang der Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes W liegt. Anders ausgedrückt, da der Taststift 12 zivierärztlich gegen die Oberfläche des Werkstückes W entlang dessen axialem Richtung gedrückt werden kann, kann die Änderung der Schwingung des Taststiftes 12, der in resonanter Weise entlang dessen axialem Richtung schwingt, genauer mittels des Detektors 18 erfaßt werden.

[0068] (4) Da der Feinsteuerungsmechanismus 50 durch Schleibbildung dünner Plättler aus PZT (Bleizirkonatitanat), das einen einkristallinen Effekt zeigt, gebildet ist, kann der elektrisch sinwellbare Feinsteuerungsmechanismus 50 in einfacher Weise aufgebaut werden.

[0069] (5) Da der bewegliche Bereich 63 des Grobsteuerungsmechanismus 60 in dem parallelen Paar Armen 63A relativ zu dem fixierten Bereich 61 vertikal bestandet geblieben ist, kann der bewegliche Bereich 62 ohne Orientierungswandler vertikal bewegt werden. Folglich können der Feinsteuerungsmechanismus 50 und der Taststift 12 ohne Orientierungswandler des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Taststiftes 12, der an dem beweglichen Bereich 62 vorgegeben ist, bewegt werden.

[0070] (6) Da ferne der Art 63A an dem fixierten Bereich 61 und dem beweglichen Bereich 62 unterhalb des elastischen Scharniers 63B ohne Notwendigkeit für ein Schnellheben vorgesehen ist, kann der Grobsteuerungsmechanismus 60 schubfrei gestaltet werden und in effizienter Weise zum Messen des Oberflächenprofils eines Halbleiterwafers und dergleichen vorwenden werden.

[0071] (7) Da ferne der Drehbewegung des Armes 63A mittels des elastischen Scharniers 63B eine kleinere Reibung aufweist als eine Drehbewegung des Armes unter Verwendung eines Rollagers und dergleichen, kann der bewegliche Bereich 62 in genauer Weise parallel ohne Spiel bewegen werden.

[0072] (8) Da das Mikrostrukturmessgerät 1 den ersten Ausdeukungssensor 31 zum Erfassen der durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12 und den zweiten Ausdeukungssensor 32 zum Erfassen der durch den Grobsteuerungsmechanismus 60 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12 umfaßt, können die durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 60 hervorgerufenen Ausdeukungen des Taststiftes 12 unabhängig detektiert werden, wodurch eine unabhängige Steuerung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 erleichtert wird.

Zweite Ausführungsform

[0073] Fig. 4 zeigt ein Mikrostrukturmessgerät 2 gemäß der zweiten erfundungsgemäßigen Ausführungsform. Da die

vorliegende Ausführungsform sich von der oben beschriebenen ersten Ausführungsform lediglich im Aufbau der Großsteuerungsmechanismus und des Auslenkungssensors unterscheiden und der vertikale Aufbau und Funktionen gleich sind, werden die gleichen Referenzzeichen für die gleichen oder ähnlichen Komponenten verwendet, um deren Beschreibung verzuzulassen oder zu vereinfachen.

[0074] Ein Großsteuerungsmechanismus 50 bewegt den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Taststift 12 in variabler Richtung, durch vertikales bewegen einer beweglichen Spule 73 innerhalb einer Spalte eines magnetischen Kreises, der aus einem an einer Basisinheit (nicht gezeigt) befestigtem Joch 71 und einem Permanentmagnet 72 aufgebaut ist, und durch Vorsehen des Feinsteuerungsmechanismus 50 an der unteren Endseite der beweglichen Spule 73. Eine Platte 74 ist an dem unteren Ende der beweglichen Spule 73 befestigt. Der fixierte Bereich 51 des Feinsteuerungsmechanismus 50 ist an einem Halteelement 75, das aus der Platte 74 nach unten hervorragt, befestigt, wodurch der Feinsteuerungsmechanismus 50 an der beweglichen Spule 73 festgehalten ist. Der Feinsteuerungsmechanismus 50 und der Taststift 12 können vertikal bewegt werden, indem der durch die bewegliche Spule 73 fließende elektrische Strom gesteuert wird. Ferner wird die bewegliche Spule 73 gehalten, indem beispielsweise ein Ende der in der Bewegungsrichtung der beweglichen Spule 73 elastisch verformbaren Federplatte an dem Haltelement 75 und das andere Ende der Federplatte an dem Basislement befestigt werden.

[0075] Ein Auslenkungssensor 80 umfasst eine bewegliche Elektrode 82, die an einer unteren Seite des anrebbenden beweglichen Bereiches 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 durch ein Zwischenglied 81 befestigt ist, und eine fixierte Elektrode 83, die vertikal befestet und gegenüberliegend zu der beweglichen Elektrode 82 angeordnet ist. Die fixierte Elektrode 83 ist ringförmig ausgebildet und wird an dem Joch 71 des Großsteuerungsmechanismus 70 mittels eines L-förmigen Haltelementes 84 gehalten, wobei das Zwischenglied 81 in vertikal bewegbarer Weise eingesetzt ist.

[0076] Der Auslenkungssensor 80 erfasst die elektrostatische Kapazität zwischen der fixierten Elektrode 83 und dem beweglichen Elektrode 82, um die durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Großsteuerungsmechanismus 60 bewirkte Bewegung des Taststiftes 12 zu erfassen, die sich von dem ersten Auslenkungssensor der ersten Ausführungsform unterscheidet. Da insbesondere die fixierte Platte 318 das ersten Auslenkungssensor 31 an dem beweglichen Bereich 62 des Großsteuerungsmechanismus 60 befestigt ist, wird die Bewegung des Abstandstisches relativ zum beweglichen Bereich 62 des Großsteuerungsmechanismus 60 detektiert. Da andererseits die fixierte Elektrode 83 des Auslenkungssensors 80 an dem an der Basisinheit des Großsteuerungsmechanismus 70 befestigten Joch 71 vorgesehen ist, wird die Bewegung des Taststiftes 12 relativ zu dem Joch 71 (fixierter Bereich) des Großsteuerungsmechanismus detektiert.

[0077] Gemäß der zuvor beschriebenen vorliegenden Ausführungsform können der folgende Effekt sowie die Effekte (1) bis (4) der zuvor genannten ersten Ausführungsform erhalten werden.

[0078] (7) Da der Auslenkungssensor 80 zum erfassen der durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Großsteuerungsmechanismus 70 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12 an einer einzelnen Komponente aufgebaut ist, können die Kosten für den Auslenkungssensor 80 reduziert werden.

Modifikationen

[0079] Der Schaltbereich der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die jeweiligen obigen Ausführungsformen beschränkt, sondern Modifikationen und Verbesserungen sind in der vorliegenden Erfindung miteingeschlossen, solange eine erfordergemäße Aufgabe gelöst werden kann.

[0080] Obwohl der axial schwingende Taststift 12 in den jeweiligen Ausführungsformen verwendet wird, ist beispielsweise der Taststift der vorliegenden Erfindung nicht auf eine derartige Ausbildung eingeschränkt, sondern ein Taststift 90, wie er in Fig. 5 gezeigt ist, kann verwendet werden.

[0081] Der Taststift 90 ist an dem antriebseiten beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus mittels eines elastischen Hebels 91 vorgesehen, dessen Längsrichtung ungelöst senkrecht zur Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus und des Großsteuerungsmechanismus liegt, wobei der elastische Hebel 91 in einer Richtung entlang der Bewegungsrichtung verlängert ist. Wenn der obige Taststift mit der Oberfläche des Werkstückes W in Kontakt gebracht wird, versucht die zwischen dem Werkstück W und dem Taststift 90 wirkende Messauflagekraft eine elastische Verformung des elastischen Hebels 91, bisgleich kann die Änderung der Messauflagekraft erkannt werden, indem die elastische Verformung des elastischen Hebels 91 detektiert wird. Der Detektor zum Erfassen der elastischen Verformung des elastischen Hebels 91 kann beispielsweise aus einem Verzerrungssensor gebildet sein, oder alternativ aus einem Sensor 94 zum Detektieren der Verformung des elastischen Hebels 91 auf der Grundlage von reflektiertem Licht, das von einer Längsrichtung 92 oder der gegenüberliegenden auf die obere Seite des elastischen Hebels 91 ausgesendet wird.

[0082] Obwohl der Taststift 12 im Größenordnungsbereich von Nanometer bis Mikrometer mittels des Feinsteuerungsmechanismus 50 feinfühlig ausgetragen wird und der Taststift 12 durch den Großsteuerungsmechanismus 60 und 70 größer ausgedehnt wird, kann der Bewegungsbereich des Taststiftes durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Großsteuerungsmechanismus in Übereinstimmung mit dem vorgegebenen Werkstück gezielt gesteuert werden.

[0083] Obwohl die Feinsteuerungsmechanismus 50 in den zuvor genannten jeweiligen Ausführungsformen aus einem piezoelektrischen Element aufgebaut ist, kann der Feinsteuerungsmechanismus 50 aus einem elektromagnetischen Stellmotor einer beweglichen Spule, die in dem Großsteuerungsmechanismus verwendet wird, aufgebaut sein oder alternativ aus einem Hochgeschwindigkeits-Federn-Entlastungsschaltkreisparclement, etwa einem Magnetostriktor oder einer Forminnerungslegierung, gebildet sein.

[0084] Obwohl der Großsteuerungsmechanismus 60 aus einem parallelen Verbindungsselement gebildet ist und der Großsteuerungsmechanismus 70 durch Anwendung der beweglichen Spule 73 aufgebaut ist, ist der Großsteuerungsmechanismus der vorliegenden Erfindung nicht auf eine derartige Ausbildung eingeschränkt, sondern kann ein Lüftiger oder eine elastische Federplatte umfassen. Da in dieser Ausführungsform in dem Großsteuerungsmechanismus ein Lüftiger oder eine elastische Federplatte ohne Erfordernis für ein Schmieröl verwendet wird, kann der Großsteuerungsmechanismus sauber gehalten werden, wodurch dieser zur Messung von Oberflächenprofilen von Halteinwerfern und dergleichen geeignet ist.

[0085] Obwohl in den obigen jeweiligen Ausführungsformen der Taststift 12 relativ zu dem Werkstück W bewegt wird, kann das Werkstück relativ zu dem Taststift bewegt werden. Anders ausgedrückt, die Messauflagekraft kann

durch relatives Bewegen des Taststiftes und des Werkstückes gezeigten werden.

Patentansprüche

1. Mikrostrukturmessgerät mit, einem mit einem Werkstück in Kontakt bringbaren Taststift, einem Zustandsquantitätsensor zum Erfassen einer Quantität eines Zustands, die sich ändert, wenn der Taststift mit dem Werkstück in Kontakt ist; einem Antreibemechanismus zum relativen Bewegen des Taststiftes und des Werkstückes in einer Höhenrichtung über Oberfläche des Werkstückes, einem Ausleuchtungstensor zum Erlassen einer durch den Antreibemechanismus bewirkten relativen Bewegung des Taststiftes und des Werkstückes; und einer Messaufhängekräftekontrollschiene zum Justieren einer auf den Taststift wirkenden Messaufhängekraft, wobei der Antreibemechanismus mindestens einen fixierten Bereich, einen Feinsteuerungsschaltmechanismus, der relativ zu dem fixierten Bereich auslenkbar ist und einen antreibenden beweglichen Bereich zum feinen Auslenken des Taststiftes und/oder des Werkstückes aufweist; und einen Grobsteuerungsmechanismus mit einem in dem fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus angebrachten beweglichen Bereich zum gröberen Auslenken des Taststiftes und/oder des Werkstückes, wobei der Feinsteuerungsmechanismus einen ausgleichenden beweglichen Bereich aufweist, der ungefähr identisch zu dem antreibenden beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus aufgeht ist, um in einer Richtung entgegengewirkt zu einer Bewegungsrichtung des antreibenden beweglichen Bereiches beweglich zu sein, wobei die Messaufhängekräftekontrollschiene den Feinsteuerungsmechanismus und/oder den Grobsteuerungsmechanismus und/oder den Taststift auf der Grundlage eines Ausgangssignals aus dem Zustandsquantitätsensor belädt, um die auf dem Taststift ausgeübte Messaufhängekraft zu justieren.
2. Das Mikrostrukturmessgerät nach Anspruch 1, wobei der Taststift in seiner axialen Richtung in resonanter Weise schwingt und wobei der Zustandsquantitätsensor die Schwingung des Taststiftes detektiert.
3. Das Mikrostrukturmessgerät nach Anspruch 2, wobei die Bewegungsverzögerung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus entlang einer axialen Richtung des Taststiftes verläuft.
4. Das Mikrostrukturmessgerät nach Anspruch 1, wobei der Taststift in Längsrichtung umgeführt senkrecht zur Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus hängt und an dem Feinsteuerungsmechanismus mittels eines elastischen Hebels, der in einer Richtung entlang der Bewegungsrichtung elastisch verformbar ist, vorgespannt ist, und wobei der Zustandsquantitätsensor eine elastische Verformung des elastischen Hebels detektiert.
5. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Feinsteuerungsmechanismus ein Geschwindigkeits-Heimleidungsfestkomponente, etwa ein piezoelektrisches Element oder einen Magnetsensor, umfasst.
6. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Grobsteuerungsmechanismus umfasst, einen fixierten Bereich, einen beweglichen Bereich, der in einer Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes relativ zu dem fixierten Bereich

bewegbar ist; und ein parabolisches Paar Arme, die an einer Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes befestigt sind, wobei das Paar Arme ein Ende aufweist, das an dem fixierten Bereich streifbar befestigt ist und wobei das andere Ende drehbar an dem beweglichen Bereich befestigt ist.

7. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Grobsteuerungsmechanismus ein Luftfinger oder eine elastische Federplatte umfasst.

8. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Auslenkungssensor einen ersten Auslenkungssensor zur Detektion einer durch den Feinsteuerungsmechanismus bewirkten relativen Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück und einen zweiten Auslenkungssensor zur Detektion einer durch den Grobsteuerungsmechanismus bewirkten relativen Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück umfasst.

9. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Auslenkungssensor eine durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus bewirkte relative Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück detektiert.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

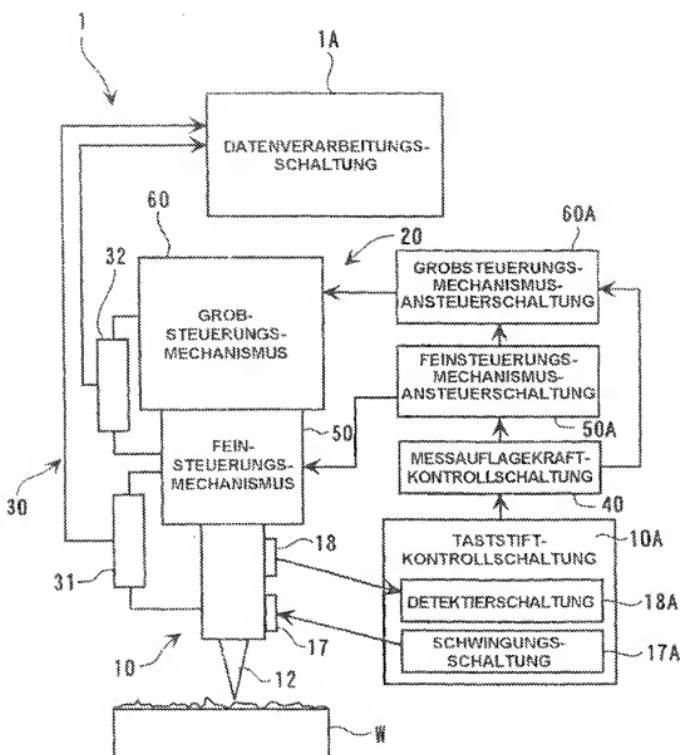


Fig. 2

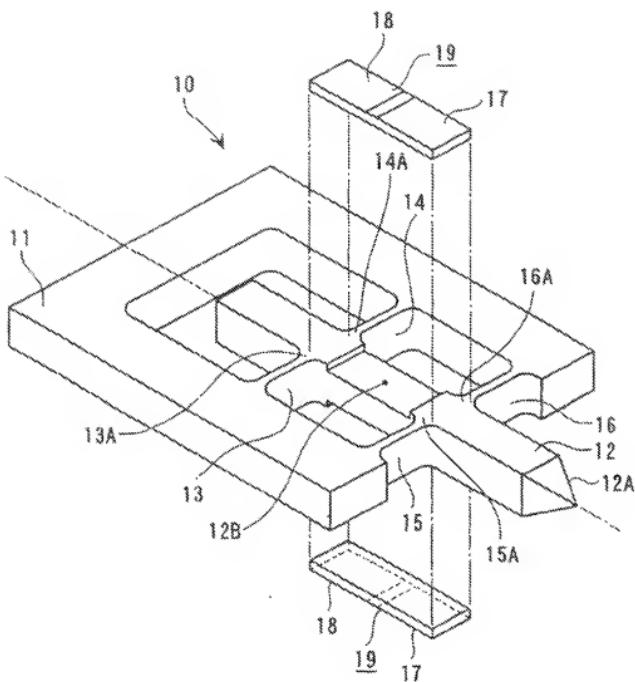


Fig. 3

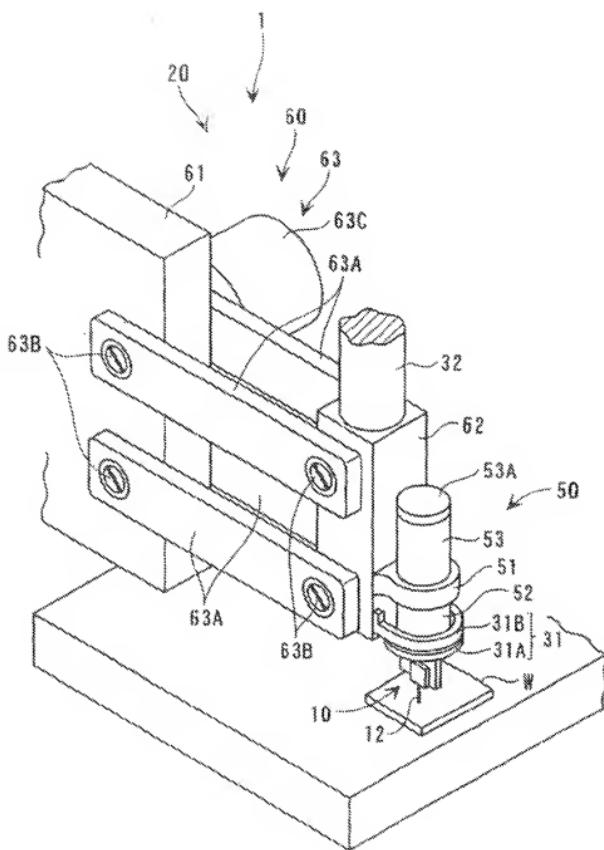


Fig. 4

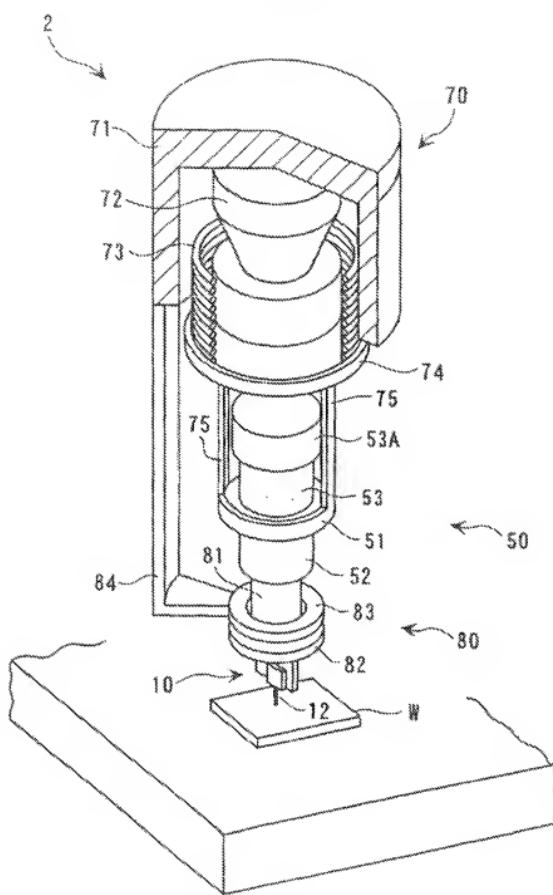


Fig. 5

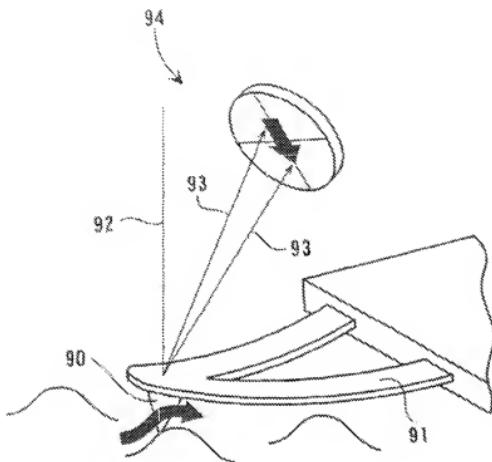


Fig. 6
STAND DER TECHNIK